ENCOUNTER with MATHEMATICS

第64回

複素解析と特異点

―留数が解き明かす特異点の魅力―

2016年2月20日(土) 13:00 ～ 2月21日(日)

於：東京都 文京区 春日 1-13-27　中央大学理工学部5号館

2月20日(土)

13:00～14:00	特異点の複素解析と多変数留数 I	：田島 慎一氏 (筑波大・数理物質)
14:20～15:20	特性類の局所化としての Grothendieck 留数	：諏訪 立雄氏 (北大・理)*
15:50～16:50	孤立特異点に付随する代数的局所コホモロジーの計算	：鍋島 克輔氏 (徳島大・総合科学)

2月21日(日)

10:30～12:00	特異点の複素解析と多変数留数 II	：田島 慎一氏 (筑波大・数理物質)
13:45～14:45	パラメータ付き代数的局所コホモロジーとその応用	：鍋島 克輔氏 (徳島大・総合科学)
15:00～15:30	Bruce-Roberts による特異多様体上の関数の重複度とその周辺について	：伊澤 毅氏 (北科大・工)
15:45～16:15	非孤立特異点の計算複素解析と代数解析アルゴリズム	：田島 慎一氏 (筑波大・数理物質)
16:30～	ワインパーティー（懇親会）	

別紙の趣旨に沿った集会の第64回を以上のような予定で開催いたします．非専門家向けに入門的な講演をお願い致しました．多くの方々のご参加をお待ちしております．講演者による講演内容へのご案内を添付いたしますので御覧下さい．

尚、この集会は、科学研究費補助金 基盤研究 (S)「ホモロジー的ミラー対称性の証明」課題番号：23224002 代表：深谷賢治 (京大・理)、科学研究費補助金 基盤研究 (A)「Floer 理論の深化と symplectic 構造の研究」課題番号：2624700 代表：小野薫 (京大・数理研)、科学研究費補助金 基盤研究 (B)「幾何学的特異点論の展開と応用」課題番号：15H03615 代表：石川剛郎 (北大・理)、科学研究費補助金 基盤研究 (B)「3次元多様体の幾何構造と組合せ構造」課題番号：15H03620 代表：作間誠 (広大・理)、科学研究費補助金 基盤研究 (B)「シンプレクティック微分リー代数の構造とモジュライ空間の特性類」課題番号：15H03618 代表：逆井卓也（東大・数理）からの支援を受けています．

連絡先：112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部数学教室: 03-3817-1745
ENCOUNTER with MATHEMATICS: homepage：http://www.math.chuo-u.ac.jp/ENCwMATH
三松 佳彦：yoshi@math.chuo-u.ac.jp / 高倉 樹：takakura@math.chuo-u.ac.jp

Augustin Louis Cauchy(1789-1857), Jean Leray(1906-1998).
The original image was taken from WIKIPEDIA.

特異点の複素解析と多変数留数 I

—— 局所コホモロジー vs イデアルのスタンダード基底 ——

田島 慎一

特異点の複素解析では, 冪級数環におけるイデアル等を用いて様々な計算を実際に行う必要が生じることが多い. 多変数留数に関する Grothendieck 双対性に基づくことで冪級数環のイデアルを扱う新たな枠組みを構築することが出来る. この枠組みにより, 局所コホモロジーを用いることで既存の方法と異なる新たな計算法が導出され, 特異点の複素解析的不変量の計算等に利用されはじめている. 第 64 回 Encounter with Math 初日のこの講演では, まず多変数留数と局所コホモロジーに関する基本的な事項を平易に説明する. 次に, 局所コホモロジーを複素領域の佐藤超函数と見做すことで, 局所環におけるイデアルに対するイデアルメンバーシップの判定, スタンダード基底計算等が可能となることを紹介する. 局所コホモロジーを用いた計算手法は, 冪級数環における割り算や S 多項式計算を必要としないため, スタンダード基底を求める T. Mora の tangent cone algorithm に比べ, 計算法が平易であり, しかもイデアルの構造が手に取るように分かるようになることを示したい.

特異点の複素解析と多変数留数 II

—— パラメーター付き局所コホモロジーの利用 ———

田島 慎一

局所コホモロジーの持つ特性に注目することで, 特異点の変形の解析等で有用な新たな計算法が導出され, 従来とは異なる観点から特異点の複素解析的な研究を展開することが試みられている. 第 64 回 Encounter with Math 二日目のこの講演では, まず, Grothendieck 双対性と F.S. Macaulay の inverse system, L. Ehrenpries の Noether 作用素の理論との関係について紹介し, 双対性に基づいた研究が複素解析において自然なものであることを示す. 次に, パラメータ付き局所コホモロジーの B. Teissier の Whitney equisingularity, H. Whitney が導入した limiting tangent spaces への応用等について紹介する.

局所コホモロジーを積極的に用いることで, 通常は計算不可能と見做されていたようなさまざまな複素解析的不変量を実際に求めたり, さらにそれを解析したりすることも可能になりつつあります. 新たな可能性に満ちた, 楽しい複素解析の世界へご案内します.

非孤立特異点の計算複素解析と代数解析アルゴリズム

——— 偏微分作用素環および PBW 代数におけるグレブナ基底とホロノミー D-加群———

田島 慎一

柏原正樹が, b-関数の理論を展開する際に導入した D-加群は, 特異点研究において重要な役割を果たす. これら $D[s]$ 加群, およびホロノミー D-加群を求める計算法とその特異点論への応用等に関する最近の結果について紹介する. この講演の内容は, 大阿久俊則 (東京女子大), 梅田陽子 (山口大), 鍋島克輔 (徳島大), 小原功任 (金沢大) との共同研究に基づいている.

特性類の局所化としての Grothendieck 留数

諏訪 立雄 (北大)

多様体 M 上の複素ベクトル束 (または仮想束) E が与えられたとき, Chern 多項式 φ に対し特性類 $\varphi(E)$ が M のコホモロジー $H^*(M)$ に定まる. もし M の適当な部分集合 (一般に幾何学的対象の特異点集合) S の外で何らかの “消滅定理” $\varphi(E)|_{M \smallsetminus S} = 0$ があると $\varphi(E)$ は相対コホモロジー $H^*(M, M \smallsetminus S)$ に局所化され Alexander 双対性を通して S のホモロジー $H_*(S)$ に留数を定める. 集合 S が “本来のもの” であるときには, その留数は S の基本類に “横断的留数” を掛けたものとなる. 従って S が孤立点のときの留数を求めることが基本的で, これは一般に Grothendieck 留数で表される. 以上のことは M が特異点を持つ多様体のときにも同様に遂行できる. このようにして現れる Grothendieck 留数について, 次の二つの場合にお話ししたい：

I. ベクトル束の Chern 類の切断の組による局所化. これは局所化された交叉理論とも関わる ([16]).

II. 複素解析的特異葉層構造の Bott 型消滅定理に由来する三種類の留数 (Baum-Bott, Camacho-Sad, Lehmann-Suwa). 複素力学系において類似の理論が進展している ([1, 2, 4]).

References

[1] M. Abate, F. Bracci and F. Tovena, *Index theorems for holomorphic self-maps*, Ann. of Math. **159** (2004), 819-864.

[2] M. Abate, F. Bracci and F. Tovena, *Index theorems for holomorphic maps and foliations*, Indiana Univ. Math. J. **57** (2008), 2999-3048.

[3] P. Baum and R. Bott, *Singularities of holomorphic foliations* J. Differential Geom. **7** (1972), 279-342.

[4] F. Bracci and T. Suwa, *Residues for singular pairs and dynamics of biholomorphic maps of singular surfaces*, Intern. J. Math. **15** (2004), 443-466.

[5] J.-P. Brasselet, J. Seade and T. Suwa, *Vector Fields on Singular Varieties*, Lecture Notes in Math. **1987**, Springer 2009.

[6] M. Brunella, *Birational Geometry of Foliations*, IMPA, Brazil, 2000.

[7] C. Camacho and P. Sad, *Invariant varieties through singularities of holomorphic vector fields*, Ann. of Math. **115** (1982), 579–595.

[8] P. Griffiths and J. Harris, *Principles of Algebraic Geometry*, John Wiley & Sons 1978.

[9] R. Hartshorne, *Residues and Duality*, Lecture Notes in Math. **20**, Springer 1966.

[10] T. Izawa and T. Suwa, *Multiplicity of functions on singular varieties*, Internat. J. Math. **14** (2003), 541-558.

[11] D. Lehmann and T. Suwa, *Residues of holomorphic vector fields relative to singular invariant subvarieties*, J. Differential Geom. **42** (1995), 165-192.

[12] D. Lehmann and T. Suwa, *Generalization of variations and Baum-Bott residues for holomorphic foliations on singular varieties*, Intern. J. Math. **10** (1999), 367-384.

[13] T. Suwa, *Indices of Vector Fields and Residues of Singular Holomorphic Foliations*, Hermann Paris 1998.

[14] T. Suwa, *Residues of Chern classes*, J. Math. Soc. Japan **55** (2003), 269-287.

[15] T. Suwa, *Residues of Chern classes on singular varieties*, Singularités Franco-Japonaises, Sémin. Congr. **10**, Soc. Math. France, Paris, 265-285, 2005.

[16] T. Suwa, *Residue Theoretical Approach to Intersection Theory*, Real and Complex Singularities, Contemporary Math. Amer. Math. Soc. **459** (2008), 207-261.

孤立特異点に付随する代数的局所コホモロジーの計算

鍋島克輔 (徳島大学)

孤立特異点に付随する代数的局所コホモロジー類の計算法について述べる．

ここで，$f \in \mathbb{C}[x_1, \ldots, x_n]$ とする．孤立特異点を持つ超曲面 $S = \{x \in \mathbb{C} \in | f(x) = 0\}$ に対しそのヤコビイデアル $J = \langle \frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, \ldots, \frac{\partial f}{\partial x_n} \rangle$ (もしくは，$T = \langle f, \frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, \ldots, \frac{\partial f}{\partial x_n} \rangle$) に付随した代数的局所コホモロジーで注目した孤立特異点に台を持つものを考える．これら代数的局所コホモロジーを用いることで J (もしくは T) のスタンダード基底を求めるアルゴリズム，イデアルメンバーシップ問題を解く具体的な計算方法についてたくさんの例を交えて述べる．ここで紹介する計算法の基本は [8] に従う．

広中 [3] により 1964 年に導入されたスタンダード基底は，計算代数の観点からも盛んに研究された．Mora, Lazard, Gräbe らの研究 [2, 4, 6] により，(零次元とは限らない一般の次元のイデアルに対しても) スタンダード基底を計算する方法が確立した．また，イデアルが零次元である場合は，Macaulay の inverse system の理論に源流をもつ双対性を利用することでスタンダード基底を求めるアルゴリズムが知られている [1, 5, 7]．これに対し，ここで与えるイデアルメンバーシップ問題の解法やスタンダード基底の計算法は，多変数留数に関する Grothendieck 双対性に基づくことで得られたものであり，従来のものとは異なる観点から導出されたものである．

紹介する代数的局所コホモロジー類の計算アルゴリズムは，本質的には線形計算のみからなるアルゴリズムである．その出力は，イデアルに関する豊富な情報を有しており，これらを利用することでイデアルメンバーシップ問題やスタンダード基底計算を瞬時に行うことが出来，また孤立特異点の多くの情報を得ることができる．

References

[1] M. Alonso, S. Marinari and T. Mora, The big mother of all dualities: Möller algorithm, Comm. in Algebra **31**, pp. 783 – 818, 2003.

[2] H. Gräbe, The tangent cone algorithm and homogenization, J. Pure Appl. Algebra **97**, pp. 303 – 312, 1994.

[3] H. Hironaka, Resolution of Singularities of an algebraic variety over a field of characteristic zeo, Ann. Math. **79**, pp. 109 – 326, 1964.

[4] D. Lazard, Gröbner bases,Gaussian elimination, and resolution of systems of algebraic equations, Lecture Note in Comp. Sci. **162**, pp. 146 – 156, Springer, 1986.

[5] M. Marinari, H. Möller and T. Mora, Gröbner bases of ideals given by dual bases, Proc. ISSAC'91. pp. 55 – 63, ACM, 1991

[6] T. Mora, An algorithm to compute the equations of tangent cones, Lecture Notes in Comp. Sci. **144**, pp. 158 – 165, Springer, 1982

[7] B. Mourrain, Isolated points, duality and residues, J. Pure and App. Algebra. **117**& **118**, pp. 469 – 493, 1997

[8] S. Tajima, Y. Nakamura and K. Nabeshima, Standard bases and algebraic local cohomology for zero dimensional ideals, Advanced Studies in Pure Mathematics **56**, pp. 341 – 361, 2009.

パラメータ付き代数的局所コホモロジーとその応用

鍋島克輔 (徳島大学)

超曲面の定義多項式にパラメータが存在する場合を考える．ここで考えるパラメータは，任意の $\mathbb{C}$ 上の値をとるとする．このとき，f によって定義される特異点の性質は，パラメータを連続的に動かすことによってドラスティックに変化する．係数を変化させることで特異点の性質がどのように変化するかを解析することは大変興味深いことである．このようなパラメータ付きのシステムの解析において重要となるものが，パラメータ付き代数的局所コホモロジーである．

ここでは，パラメータ付き代数的局所コホモロジー類の計算について多くの例を交えて述べる．また，代数的局所コホモロジー類の応用として，チュリナ数に対する μ-constant deformation, 対数的ベクトル場の計算，ブルース・ロバート・ミルナー数等について述べる．代数的局所コホモロジー関連の多くのアルゴリズムは，計算機代数システム Risa/Asir 上に実装されているので，プログラムのデモも行う予定である．

References

[1] K. Nabeshima and S. Tajima, On efficient algorithms for computing parametric local cohomology classes associated with semi-quasihomogeneous singularities and standard bases, *Proc. ISSAC'14*, pp. 351–358, ACM, 2014.

[2] K. Nabeshima and S. Tajima, On the computation of algebraic local cohomology classes associated with semi-quasihomogeneous singularities, *Advanced Studies in Pure Mathematics* **66**, pp. 143–159, ACM, 2015.

[3] K. Nabeshima and S. Tajima, Computing logarithmic vector fields associated with parametric semi-quasihomogeneous hypersurface isolated singularities, *Proc. ISSAC'15*, pp. 291–298, ACM, 2015.

[4] K. Nabeshima and S. Tajima, Algebraic local cohomology with parameters and parametric standard bases for zero-dimensional ideals, arXiv:1508.06724v1 [cs.SC] 27 Aug 2015

[5] M. Noro and T. Takeshima, Risa/Asir- A computer algebra system, *Proc. ISSAC'92*, pp. 387–396, ACM, 1992. `http://www.math.kobe-u.ac.jp/Asir/asir.html`

[6] S. Tajima, Y. Nakamura and K. Nabeshima, Standard bases and algebraic local cohomology for zero dimensional ideals, Advanced Studies in Pure Mathematics **56**, pp. 341 – 361, 2009.

Bruce-Robertsによる特異多様体上の関数の重複度とその周辺について

伊澤毅 (北海道科学大学　情報工学科)

複素解析的関数の臨界点における局所不変量である Milnor 数については，代数的，位相的，複素解析的と，さまざまな観点からの同値な定義が知られている．たとえば代数的重複度の観点では，関数の芽 $f:(\mathbb{C}^n,0)\to(\mathbb{C},0)$ の原点における Jacobi イデアル $J(f)$ と原点における収束べき級数環 $\mathcal{O}$ に対し，$\mu(f,0)=\dim_{\mathbb{C}}\mathcal{O}/J(f)$ である．

J. W. Bruce と R. M. Roberts は，Jacobi イデアル $J(f)$ を，特異多様体 X に接する対数的ベクトル場による関数 f の微分のなすイデアル $J_X(f)$ に置き換えることにより，Milnor 数の特異多様体 X 上の関数への拡張を与えた．以下ではこの拡張された重複度を BR-Milnor 数と呼ぶことにする．

この拡張は概念として自然であるが，variety の対数的ベクトル場を求めることが一般には困難であることから，BR-Milnor 数の値を実際に計算することは超曲面の孤立特異点の場合であっても非常に困難であり，計算実例が乏しい．

最近の J. J. Nuño-Ballesteros， B. Oréfice，J. N. Tomazella らによる研究で，孤立特異点を持つ超曲面の定義方程式および，関数の芽が，共に同じ weight vector を持つ擬斉次 (weighted homogeneous) な多項式の場合の BR-Milnor 数の計算公式が与えられたが，現在のところ，これ以外にまとまった計算方法が知られているケースは無いようである．

鍋島氏と田島氏により，数式処理システム Risa/Asir に今回実装された関数 brm() は，擬斉次超曲面に限定されず，一般の孤立特異点を持つ超曲面と一般の多項式関数に関する BR-Milnor 数を変形パラメータを含めて計算可能にする画期的なものであり，weighted homogeneous case からの変形による BR-Milnor 数の変化など，今までほとんど知られていなかった BR-Milnor 数の実態に関する example を多く得ることが期待できる．今回はこれにちなむ計算実験の一例について報告したい．

ENCOUNTER with MATHEMATICS

(数学との遭遇, d'après Rencontres Mathématiques) へのご案内

中央大学 理工学部 数学教室

当研究科では France・Lyon の Ecole Normale Supérieure de Lyon で行われている RENCONTRES MATHEMATIQUES の形式を踏襲した集会 "ENCOUNTER with MATHEMATICS" (数学との遭遇) を年 4 回ほどのペースで開催しております。

France では、2 か月に一度の Rencontres Mathématiques と、皆様よくご存知の年に 4 回の Seminaire Bourbaki という、二つの特徴ある研究集会が行われています。これらの集会では、多くの数学者が理解したいと思ってるテーマ、又は、より多くの数学者に理解させるべきであると思われるテーマについて、その方面の (その研究を直接行った本人とは限らない) 専門家がかなり良い準備をし、大変すばらしい解説をしています。

勿論、このような集会は、France に限らず、日本や世界中で行われており、Surveys in Geometry 等は、その好例と言えるでしょう。そのなかで Rencontres Mathématiques は分野・テーマを限定せずに、定期的に集会を開催しているという点で、特徴のある集会として、評価されていると思います。

Seminaire Bourbaki は、各講演 1 時間、1 回読み切りで、講演内容の level は、講究録で良く分かるとおりです。一方、Rencontres Mathématiques は、毎回テーマを一つに決め、二日間で計 5 講演、そのうち 3 つは、柱となる連続講演で、level は、Seminaire Bourbaki に比べ、より一般向きに、やさしくなっていますが、逆に、講演の準備は、大変かもしれません。

実際に ENS-Lyon で Rencontres Mathématiques がどのように運営されているかということについては、雑誌 "数学" 1992 年 1 月号の坪井俊氏の紹介記事を以下に抜粋させて頂きますので御覧ください。

ここ ENS. Lyon の特色として，ほとんど毎月行われているランコントル・マテマティークがあります．これは 1988 年秋から行われているそうですが，金曜，土曜に 1 つのテーマの下に 5 つの講演を行っています．その 1, 3, 5 番目の 3 つは同一講演者によるもので，残りの 2 つは一応それをサポートするも のという形をとっています．1 つの分野のトピックを理解しようとするとき にはなかなか良い形式だと思いました．

私が興味をもって参加したものでは，1 月には '3 次元のトポロジー'（金曜に Turaev, De la Harpe, Turaev, 土曜に Boileau,Turaev），3 月には' 複素力学系 '(金曜に Douady, Kenyon, Douady, 土曜に Tan Lei, Douady），5 月には' 1 次元の幾何学 '(金曜に Sullivan, Tsuboi, Sullivan, 土曜に Zeghib, Sullivan）がありました．これまでのテーマでは,' 天体力学 ',' 複素解析 ',' ブラウン運動 ',' 数論 ',' ラムダカルキュラス 'など数学全般にわたっています.

ほとんどの参加者は外部から来るのですが，ENS.-Lyon には建物の内部に付属のアパートがあって，40〜50 人のリヨン市外からの参加者はそこに宿泊できるようになっています．ランコントル・マテマティークは自由参加ですが，参加する場合は，宿泊費，建物内のレストランで食べ放題の昼食代は ENS. Lyon の負担ですから，とても参加しやすい研究集会です．ランコントル・マテマティークのテーマ，内容や講演者を考え，実際の運営にあたっている ENS. Lyon のスタッフの努力で，フランスの新しい重要なセミナーとして評価されていると思います.

実際、 Rencontres Mathématiques は多くの数学者に対して根深い数学文化を身につけるための良い機会として重要な役割を果しているのみならず、若い大学院生たちに数学のより深い研究への動機付けを与える大切な場面を提供しています。

ENCOUNTER with MATHEMATICS もこれらのことを目標としたいと考えていますので、大学院生をはじめ多くの数学者の参加をお待ちしております。

このような主旨のもとに、

- 特定の分野へのテーマの集中は避ける
- up to date なテーマも良いが、古典的なテーマも取りあげる

といった点を特に注意して進めていきたいと考えています。

取りあげるテーマ等、この企画に関する皆様のご意見をお寄せ下さい。

これまでに行われた ENCOUNTER with MATHEMATICS (講演者敬称略)

第 1 回 **岩澤理論と FERMAT 予想** 1996 年 11 月, 加藤 和也 (東工大・理), 百瀬 文之 (中大・理工), 藤原 一宏 (名大・多元)

第 2 回 **幾何学者は物理学から何を学んだか** 1997 年 2 月, 深谷 賢治 (京大・理), 古田 幹雄 (京大・数理研)

第 3 回 **粘性解理論への招待** 5 月, 石井 仁司 (都立大・理), 儀我 美一 (北大・理), 小池 茂昭 (埼玉大・理), 長井 英生 (阪大・基礎工)

第 4 回 **Mordell-Weil 格子** 9 月, 塩田 徹治 (立教大・理), 寺杣 友秀 (東大・数理), 斎藤 毅 (東大・数理)

第 5 回 **WEB 幾何学** 11 月, 中居 功 (北大・理), 佐藤 肇 (名大・多元)

第 6 回 **トロイダル・コンパクト化** 1998 年 2 月, 佐武 一郎 (中大・理工), 石井 志保子 (東工大・理), 藤原一宏 (名大・多元)

第 7 回 **天体力学** 4 月, 伊藤 秀一 (東工大・理), 小野 薫 (お茶大・理), 吉田 春夫 (国立天文台)

第 8 回 **TORIC 幾何** 6 月, 小田 忠雄 (東北大・理), 桝田 幹也 (阪市大・理) , 諏訪 紀幸 (中大・理工), 佐藤 拓 (東北大・理)

第 9 回 **実 1 次元力学系** 10 月, 坪井 俊 (東大・数理), 松元 重則 (日大・理工), 皆川 宏之 (北大・理)

第 10 回 **応用特異点論** 1999 年 2 月, 泉屋 周一 (北大・理), 石川　剛郎 (北大・理) , 佐伯 修 (広島大・理)

第 11 回 **曲面の写像類群** 4 月, 森田 茂之 (東大・数理), 河澄 響矢 (東大・数理), 阿原 一志 (明大・理工), 中村 博昭 (都立大・理)

第 12 回 **微分トポロジーと代数的トポロジー** 6 月,
服部 晶夫 (明大・理工), 佐藤 肇 (名大・多元), 吉田 朋好 (東工大・理), 土屋 昭博 (名大・多元)

第 13 回 **超平面配置の数学** 10 月, 寺尾 宏明 (都立大・理), 吉田 正章 (九大・数理), 寺杣 友秀 (東大・数理), 斎藤 恭司 (京大・数理研)

第 14 回 **Lie 群の離散部分群の剛性理論** 2000 年 2 月, 金井 雅彦 (名大・多元), 納谷 信 (名大・多元), 井関 裕靖 (東北大・理)

第 15 回 **岩澤数学への招待** 4 月, 栗原 将人 (都立大・理), 佐武 一郎 (東北大/UC Berkeley), 尾崎 学 (島根大・総合理工),
市村 文男 (横浜市大・理), 加藤 和也 (東大・数理)

第 16 回 **Painlevé 方程式** 6,7 月, 岡本 和夫 (東大・数理), 梅村 浩 (名大・多元), 坂井 秀隆 (東大・数理), 山田 泰彦 (神戸大・理)

第 17 回 **流体力学** 12 月, 木村 芳文 (名大・多元), 今井　功, 宮川 鉄郎 (神戸大・理), 吉田 善章 (東大・新領域創成科学)

第 18 回 **Poincaré 予想と３次元トポロジー** 2001 年 2 月, 小島 定吉 (東工大・情報理工), 加藤 十吉 (九大・理), 松本 幸夫 (東大・数理),
大槻 知忠 (東工大・情報理工), 吉田 朋好 (東工大・理)

第 19 回 **Invitation to Diophantine Geometry** 4 月, 平田 典子 (日大・理工), 宍倉 光広 (京大・理), 小林 亮一 (名大・多元数理)

第 20 回 **不変式論のルネサンス** 9 月, 梅田 亨 (京大・理), 向井 茂 (京大・数理研), 寺西 鎮男 (名大・多元数理)

第 21 回 **実解析への誘い** 10 月, 新井 仁之 (東大・数理), 宮地 晶彦 (東京女子大・文理), 小澤 徹 (北大・理)，木上 淳 (京大・情報)

第 22 回 **「離散」の世界** 2002 年 2 月, 砂田利一 (東北大・理), 小谷元子 (東北大・理), 藤原耕二 (東北大・理), 井関裕靖 (東北大・理)

第 23 回 **複素力学系** 6 月，宍倉光広 (京大・理), 松崎克彦 (お茶大・理), 辻井 正人 (北大・理)

第 24 回 **双曲幾何** 10 月，小島 定吉 (東工大・情報理工), 大鹿 健一 (阪大・理), 藤原 耕二 (東北大・理), 藤原 一宏 (名大・多元)

第 25 回 **Weil 予想** 12 月, 堀田 良之 (岡山理大・理), 藤原 一宏 (名大・多元), 斎藤 毅 (東大・数理), 宇澤 達 (名大・多元)

第 26 回 **極小曲面論入門** 2003 年 3 月,
山田 光太郎 (九大・数理), 小磯 深幸 (京教大・教育), 梅原 雅顕 (広大・理), 宮岡 礼子 (上智大・理工)

第 27 回 **分岐被覆と基本群** 4 月, 難波 誠 (阪大・理), 岡 睦雄 (都立大・理), 島田 伊知朗 (北大・理), 徳永 浩雄 (都立大・理)

第 28 回 **リーマン面の退化と再生** 11 月, 足利 正 (東北学院大・工), 今吉 洋一 (阪市大・理), 松本 幸夫 (東大・数理), 高村 茂 (京大・理)

第 29 回 **確率解析** 12 月, 楠岡 成雄 (東大・数理), 重川 一郎 (京大・理), 谷口 説男 (九大・数理)

第 30 回 **Symplectic 幾何と対称性** 2004 年 3 月,
小野 薫 (北大・理), 森吉 仁志 (慶応大・理工), 高倉 樹 (中大・理工), 古田 幹雄 (東大・数理), 太田 啓史 (名大・多元)

第 31 回 **スペクトル・散乱理論** 2004 年 12 月, 池部 晃生, 峯 拓矢 (京大・理), 谷島 賢二 (学習院大・理), 久保 英夫 (阪大・理),
山田 修宣 (立命館大・理工), 田村 英男 (岡山大・理)

第 32 回 **山辺の問題** 2005 年 1 月, 小林　治 (熊本大・理), 芥川 和雄 (東京理大・理工), 井関 裕靖 (東北大・理)

第 33 回 **双曲力学系-安定性と混沌-** 2005 年 2 月, 国府 寛司 (京大・理), 林 修平 (東大・数理), 浅岡 正幸 (京大・理), 三波 篤郎 (北見工大)

第 34 回 **非線型の特殊函数論〜Painlevë 方程式の応用** 2005 年 7 月,
大山 陽介 (阪大・情報), 村瀬 元彦 (UC Davis), 筧 三郎 (立教大・理)

第 35 回 **山辺不変量 -共形幾何学の広がり-** 2005 年 12 月, 小林 治 (熊本大・理), 石田 政司 (上智大・理工), 芥川 和雄 (東京理大・理工)

第 36 回 **正 20 面体にまつわる数学** 2006 年 3 月, 増田 一男 (東工大・理), 加藤 文元 (京大・理), 橋本 義武 (阪市大・理)

第 37 回 **数学者のための分子生物学入門ー新しい数学を造ろうー** 2006 年 6 月, 加藤 毅 (京大・理), 阿久津 達也 (京大化学研究所),
岡本 祐幸 (名大・理)，斉藤 成也 (国立遺伝学研究所)，田中 博 (東京医科歯科大)

第 38 回 **幾何学と表現論 - Kostant–関口対応をめぐって -** 2006 年 12 月,
関口 次郎 (東京農工大・工), 中島 啓 (京大・理), 落合 啓之 (名大・多元)，竹内 潔 (筑波大・数学系)

第 39 回 **Lusternik-Schnirelmann カテゴリ** 2007 年 3 月,
岩瀬 則夫 (九大・数理), Elmar VOGT (東大・数理/ベルリン自由大), 松元 重則 (日大・理工), 田中 和永 (早大・理工)

第 40 回 **力学系のゼータ関数 – 古典力学と量子力学のカオス** – 2007 年 5 月,
首藤 啓 (首都大・理工), 盛田 健彦 (広大・理), 辻井 正人 (九大・数理)

第 41 回 **Euler 生誕３００年 ー Euler 数と Euler 類を巡って** 2007 年 9 月,
佐藤 肇, 秋田 利之 (北大・理), Danny Calegari (Caltech/東工大・情報理工), 松本 幸夫 (学習院大・理), 森田 茂之 (東大・数理)

第 42 回 **Euler 生誕３００年 ー Euler からゼータの世界へー** 2007 年 11 月,
黒川 信重 (東工大・理工), 落合 啓之 (名大・多元), 平野 幹 (成蹊大・理工), 権 寧魯 (九大・数理)

第 43 回 **Euler ３００歳記念 流体力学・変分学編－始祖の業績と現在・未来への展開－** 2008 年 2 月,
岡本 久 (京大・数理研), 鈴木 貴 (阪大・基礎工), 木村 芳文 (名大・多元)

第 44 回 **環境数理におけるモデリングとシミュレーション〜数学は環境問題に貢献できるか〜**2008 年 3 月,
水藤 寛 (岡山大・環境), 太田 欽幸 (中大・理工), 伊藤 昭彦 (国立環境研究所), 柳野 健 (気象庁・気象研究所),
渡辺 雅二 (岡山大・環境)

第 45 回 **McKay 対応を巡って** 2008 年 5 月, 松澤 淳一 (奈良女子大・理), 石井 亮 (広大・理), 伊藤 由佳理 (名大・多元),
John McKay(Concordia 大／京大・数理研), 植田 一石 (阪大・理)

第 46 回 **幾何学的変分問題 – 神の選択・人間の方法** – 2008 年 9 月,
西川 青季 (東北大・理), 長澤 壯之 (埼玉大・理), 利根川 吉廣 (北大・理)

第 47 回 **アクセサリー・パラメーターとモノドロミー – 微分方程式の未開の領域を目指して** – 2008 年 10 月,
原岡 喜重 (熊本大), 横山 利章 (千葉工業大), 加藤 満生 (琉球大), 大島 利雄 (東大・数理)

第 48 回 **微分方程式に対する逆問題 –既知と未知が逆転したときに何が視えるか？** – 2008 年 11 月,
望月 清 (中大・理工), 池畠 優 (群馬大・工), 磯崎 洋 (筑波大・数理), 渡辺 道之 (東京理科大・理工), 山本 昌宏 (東大・数理)

第 49 回 **流体の基礎方程式 –色々な視点から見た流体方程式**– 2009 年 2 月,
小薗 英雄 (東北大・理), 西畑 伸也 (東工大・情報理工), 清水 扇丈 (静岡大・理), 松本 剛 (京大・理・物)

第 50 回 **ラドン変換 –積分が拓く新しい世界**– 2009 年 5 月,
筧 知之 (筑波大・数理), 木村 弘信 (熊大・自然), 磯崎 洋 (筑波大・数理), 大島 利雄 (東大・数理)

第 51 回 **正 20 面体にまつわる数学–その 2** – 2009 年 10 月, 作間 誠 (広島大・理), 関口 次郎 (東京農工大・工), 井上 開輝 (近畿大・理工)

第 52 回 **経路積分の数学的基礎 –いつまでも新しい Feynman の発明**– 2010 年 1 月,
一瀬 孝 (金沢大・理), 藤原 大輔 (学習院大・理), 加藤 晃史 (東大・数理), 熊ノ郷 直人 (工学院大・工)

第 53 回 **シューベルトカルキュラス –様々な数学の交流点**– 2010 年 3 月,
池田 岳 (岡山理科大・理), 前野 俊昭 (京大・工), 原田 芽ぐみ (McMaster Univ.)

第 54 回 **頂点作用素代数入門** 2010 年 10 月, 原田 耕一郎 (オハイオ州立大), 山内 博 (東京女子大), 宗政 昭弘 (東北大), 宮本 雅彦 (筑波大)

第 55 回 **多変数複素解析 岡の原理 –誕生から最近の発展まで**– 2011 年 2 月,
大沢 健夫 (名大・多元), 平地 健吾 (東大・数理), 伊師 英之 (名大・多元)

第 56 回 **計算の複雑さの理論とランダムネス** 2011 年 5 月, 渡辺 治 (東工大・情報理工), 河内 亮周 (東工大・情報理工)

第 57 回 **偏微分方程式の接触幾何** 2011 年 10 月, 佐藤 肇 (名大・多元), 垣江 邦夫, 山口 佳三 (北大・理)

第 58 回 **モジュラー曲線の数論と幾何 -その魅力と百瀬さんの足跡と** 2012 年 9 月, 斎藤 毅 (東大・数理), 玉川 安騎男 (京大・数理研),
橋本 喜一郎 (早大・理工), 新井 啓介 (東京電機大・工), 加藤和也 (Chicago 大)

第 59 回 **複素多様体上の岡・グラウエルト理論 –存在定理は空の上に**– 2012 年 10 月,
大沢 健夫 (名大・多元), 松村 慎一 (東大・数理), 足利 正氏 (東北学院大・工)

第 60 回 **結び目理論とその不変量をめぐって** 2013 年 5 月,
村杉 邦男 (トロント大), 作間 誠氏 (広大・理), 森藤 孝之 (慶大・経), 合田 洋 (東京農工大・工), 森下 昌紀 (九大・数理)

第 61 回 **代数曲面とその位相不変量をめぐって –代数曲面の地誌学**– 2014 年 6 月,
宮岡 洋一 (東大・数理), 今野 一宏 (阪大・理), 村上 雅亮 (鹿児島大・理)

第 62 回 **波動方程式 –古典物理から相対論まで**– 2014 年 6 月,
小澤 徹 (早大・理工), 山口 勝 (東海大・理), 松山 登喜夫 (中大・理工), 中村 誠 (山形大・理)

第 63 回 **最適輸送理論とリッチ曲率 –物を運ぶと曲率が分かる**– 2014 年 6 月,
桑江 一洋 (熊本大・自然科学), 塩谷 隆 (東北大・理), 太田 慎一 (京大・理), 高津 飛鳥 (名大・多元数理), 粟田 和正 (東工大・理)

お問い合わせ 又は ご意見等
112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部数学教室 tel：03-3817-1745
e-mail：yoshiATmath.chuo-u.ac.jp 三松 佳彦 / takakuraATmath.chuo-u.ac.jp 高倉 樹 (AT を@に変更)
ホームページ：http://www.math.chuo-u.ac.jp/ENCwMATH